第31卷 第3期 昆虫学报 Vol. 31, No. 3
1988年8月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Aug., 1988

中国蓝带蚊的系统发育数值分析

瞿逢伊 钱国正
(第二军医大学寄生虫学教研室，上海)

摘要 本文应用系统发育数值分析方法，对我国已知22种蓝带蚊的幼虫、雌蚊和雄蚊69个综合特征进行数值分析。根据修正的 Wagner 法计算值画出的分支图，与聚类分析法画出的矩阵图作比较，认为分支图更能反映已知种间的亲缘关系，并结合蓝带蚊属全球已知种的区系分布，计算各区的祖系比值作分析，新热带区的祖系比值特大，可能是蓝带蚊属的发源地。

关键词 蓝带蚊属 蚊虫 系统发育数值分析

蓝带蚊属（*Uranotaenia*）首先由 Lynch Arribálzaga 于1891年建立，经过近百年来许多学者的研究充实，目前已达193种以上。按照世界上已知38个蚊属（Knight & Stone, 1977; Knight, 1978; Ward, 1984）中所包括的蚊种数顺序排列，蓝带蚊属居于伊蚊属（*Aedes*）、库蚊属（*Culex*）及按蚊属（*Anopheles*）之后的第四位，在蚊虫区系分类研究中引起人们的注意。我国蓝带蚊属的已知种由建国前的6种(冯兰洲，1938；周钦贤，1949)增加为22种(瞿逢伊，1980、1981；瞿逢伊、陈汉彬，1983)。本属的属下分类长期以来体系混乱，Peyton（1972、1977）通过对东南亚地区蓝带蚊属的系统研究，将本属划分为2个亚属，即蓝带蚊亚属（Subg. *Uranotaenia*）和伪费蚊亚属（Subg. *Pseudoficalbia*）。在伪费蚊亚属下分为A、B两派，派下又分为多个不同的系，但对其系统发育尚无研究。

本文运用系统发育数值分析方法，以我国蓝带蚊属现知种为基础，对其主要特征进行比较分析，并画出系谱图，对本属已知种间的系谱关系和分类体系提供形象统一的认识。

材料与方法

一、研究标本

蓝带蚊标本22种全部采自中国。其中18种(9种标本的幼虫、雌蚊、雄蚊配套齐全；9种标本不配套，缺项部分参照 Peyton, 1977; Tanaka 等, 1979 等记载补齐)选用69个特征作为运算分类单位进行系统发育数值分析。另4种因标本不全或文献中尚缺描述，只能作幼虫或成蚊的单项运算分析，在 Wagner 系谱图中用虚线显示供参考。

二、选用特征及数量化

本文选用的69个特征中，包括幼虫特征31个、雌蚊特征26个、雄蚊特征12个，进行系统发育分析并数量化。以原始状态的性状特征为0，进化状态的性状特征为1(或1以上)。蚊幼虫鬃毛的形态变化甚多，数量化分级也最多，细毛状为0、长单枝为1、叉枝为

本文于1986年4月收到。

2、细长多枝为3、细刺状为 4、粗刺状为 5、叶片状为 6。有的性状特征采用分段数量化，如幼虫颏板齿数<10 为 1、11—19 个为 2、>20 为 3。还有一些特征本身为量度比值，如幼虫呼吸管指数和成蚊翅前叉室与纵脉干长度之比等，即用原数。将 22 种蓝带蚊的 69 个特征值列成简表，作为计算分析的基础材料。

三、计算方法

在多种计算方法预试基础上，本文材料采用两种计算方法作对比。

1. 修正的 Wagner 方法： Wagner 方法基于共享的派出特征拥有情况进行数值分类，是比较符合进化准则构建系谱图的方法之一。我们采用 Wagner 方法的核心部分，即利用所提供的特征值，按曼哈顿距离 (Manhattan distance) 构造一最短长度的无根网络，但没有进行最优化及添根两步算法，尽可能减少人为因素的影响，保持自然面貌。

2. 系统聚类方法：本法作为验证上法结果，提高数值计算的可信性。为了与 Wagner 方法统一，也采用曼哈顿距离，聚类准则为中间距离法。

结 果 与 讨 论

一、蓝带蚊属的自然系统

近年来分支系统学的理论和方法在生物分类学中应用受到许多人的重视，虽然还有一些争议的问题，但以进化论为基础，运用共祖近度进行特征分析，尽可能建立符合物类

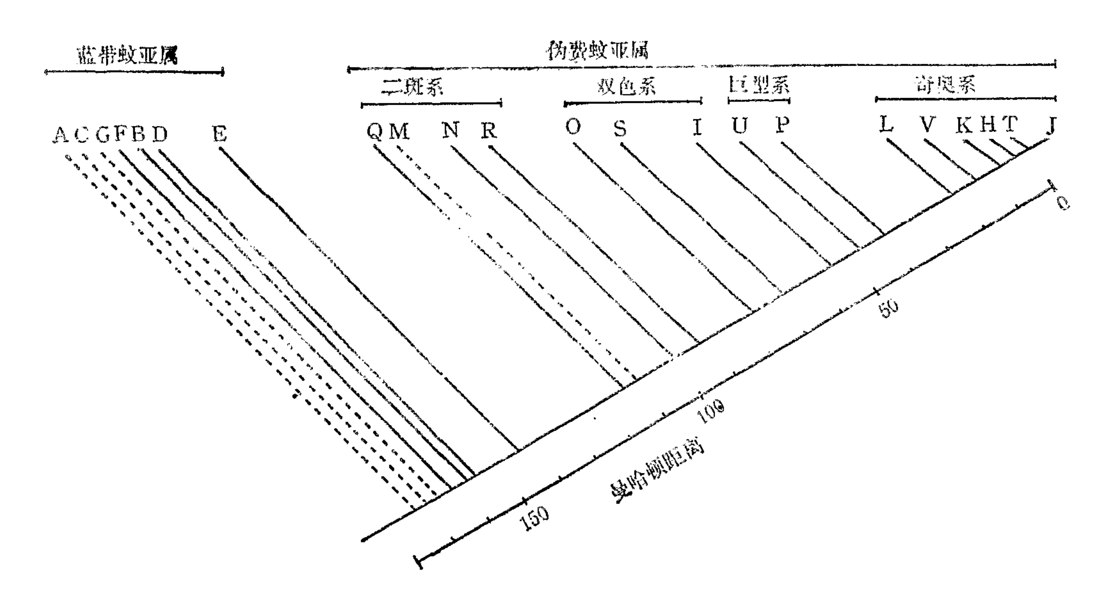


图 1 中国蓝带蚊的系谱图(采用修正的 Wagner 法)

蓝带蚊亚属：A. 白环蓝带蚊 *alboannulata* B. 短铗蓝带蚊 *annandalei* C. 黑喙蓝带蚊 *edwardsi* D. 罕培蓝带蚊 *hebes* E. 花背蓝带蚊 *macfarlanei* F. 索莲蓝带蚊 *somblooni* G. 钻色蓝带蚊 *testacea*

伪费蚊亚属：H. 迷名蓝带蚊 *abdita* I. 双色蓝带蚊 *bicolor* J. 迷洞蓝带蚊 *enigmatica* K. 黄胸蓝带蚊 *jacksoni* L. 科利蓝带蚊 *koli* M. 雷波蓝带蚊 *leiboensis* N. 台东蓝带蚊 *lui* O. 贫毛蓝带蚊 *lutescens* P. 巨型蓝带蚊 *maxima* Q. 白胸蓝带蚊 *niviplcura* R. 新糊蓝带蚊 *novobscura* S. 暗糊蓝带蚊 *obscura* T. 刺鳞蓝带蚊 *spiculosa* U. 长爪蓝带蚊 *unguiculata* V. 八重山蓝带蚊 *yaeyamana*

亲缘关系的自然系统，是当前生物分类学水平提高发展的重要标志。蚊科（Culicidae）是双翅目昆虫中比较原始的类群，由于发现的化石材料较少，对其系统发育所知甚少。依靠形态特征作深入的分析探讨，仍不失为当前比较实用的方法之一。本文试以我国蓝带蚊成蚊和幼虫的综合特征作系统发育数值分析，采用修正的 Wagner 方法计算值，画出分支图(图 1)，与用聚类分析方法画出的矩阵图(图 2)作比较，分支图似更能反映种群的亲缘关系。建立一个尽可能符合自然系统的分类体系，使分类学与系统发育在形式与内涵上统一起来，本次蓝带蚊属的研究获得了可喜的结果。

从图 1 可以清楚地将我国已知的 22 种蓝带蚊划分为两个亚属，即蓝带蚊亚属(Subg. *Uranotaenia*）和伪费蚊亚属（Subg. *Pseudoficalbia*)。伪费蚊亚属又可再划分为：二斑 Bimaculata、双色 Bicolor、巨型 Maxima、奇奥 Recondata 等 4 个系。这与 Peyton(1977)的经验分类体系基本吻合，但是他在亚属与系之间分为 A、B 两派，与本文结果不尽符合。从系统聚类分析矩阵图(图 2)中，对两个亚属的划分是明确的，也可清楚分出部分系，但白胸蓝带蚊（*nivipleura*）和双色蓝带蚊（*bicolor*）的归属缺乏规律性。通过两种方法的对比分析，表明修正的 Wagner 方法是比较可信的。

本文虽然不是全面评价 Peyton (1977) 蓝带蚊属的分类体系，但是通过上述分析论证，肯定了传统经验体系的合理部分，对完善蓝带蚊属的自然系统具有促进作用。从我国蓝带蚊属系统发育数值分析结果，可以认为本文提出的修正的 Wagner 方法，基本上能反映我国蓝带蚊属已知种的自然系谱关系。

二、蓝带蚊属的发源地

蓝带蚊属是蚊科中比较原始的类群，表现在该属的以下特征中：1. 成蚊两性触须均很短，不分节；2. 翅纵脉 6 短；3. 幼虫无下颚缝；4. 成蚊野栖，多吸低等脊椎动物血；5. 幼虫多孳生于小型水体，尤以热带丛林地区的树洞、叶腋、蟹洞等隐蔽场所种类丰富。在蓝带蚊属的两个亚属中，由 Wagner 法分析结果来看，蓝带蚊亚属比较原始，为祖系群，而伪费蚊亚属则属于前进进化的类群。

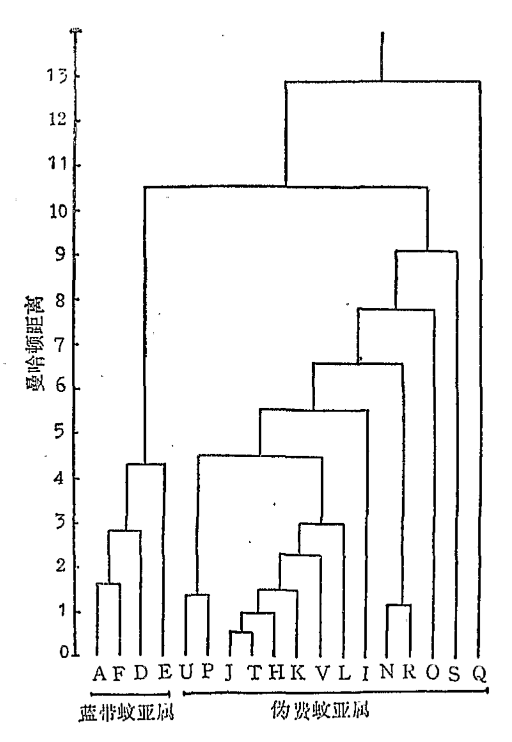


图 2　中国蓝带蚊的系谱图（采用聚类分析法），图标注同图 1

根据全球动物地理分布 6 大区两个亚属已知蓝带蚊种数，按分布递进原则作世系分析，其祖系比值(祖系种数/分化系种数)按地区顺序为：新热带区(30)＞澳洲区(3.8)＞东洋区(0.72)和非洲区（0.56)＞古北区(0)和新北区(一)。新热带区的祖系比值特大，南美洲热带雨林很可能是蓝带蚊属的发源地，然后顺序扩展。在东洋区和非洲区，生态环境适宜，为蓝带蚊属的繁衍创造了理想的条件，使其有较大的发展，种类比较丰富，但祖系比值均＜1，说明它是后来分化发展的结果。新北

表1 蓝带蚊属世界已知种的区系分布及祖系比值

区系分布	蚊种数		祖系比值
	蓝带蚊亚属	伪费蚊亚属	
古北区 Palearctic region	0	1	0
东洋区 Oriental region	36	50	0.72
澳洲区 Australian region	19	5	3.80
非洲区 Ethiopian region	18	32	0.56
新热带区 Neotropical region	30	1	30.00
新北区 Nearctic region	1	0	—

注：(1)蚊种数根据 Knight & Stone, 1977; Stone, 1978; Ward, 1984 综合。
(2)祖系比值=祖系种数/分化系种数。

区和古北区各仅有一种记录，前者邻近发源地，为延展的祖系种，而后者则为东洋区延展的分化种。以上分析虽然缺乏化石等佐证资料，但从宏观角度为探讨蚊类系统发育提供了有意义的信息。

参 考 文 献

陈世骧 1978 进化论与分类学。科学出版社。

张尧庭、方开泰 1983 多元统计分析引论聚类分析393—457页。科学出版社。

瞿逢伊 1980 中国蓝带蚊的同物异名、地理分布及其分类。昆虫分类学报**2**(3): 237—45。

瞿逢伊 1981 中国蓝带蚊属一新种。昆虫分类学报**3**(4): 273—5。

瞿逢伊、陈汉彬 1983 云南省溶洞中孳生的蓝带蚊新记录。昆虫分类学报**5**(4): 343—4。

Farris, J. S. 1970 Methods for computing Wagner tree. *Syst. Zool.* 19: 83—92.

Hennig, W. 1966 Phylogenetic systematics Urbana: Univ. Illionois Press, pp. 263.

Knight, K. L. & A. Stone 1977 A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). 2nd. edition, Thomas Say Found., *Entomol. Soc. Am.* Vol. 6, pp. 611.

Knight, K. L. 1978 Supplement to a catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). Thomas Say Found. *Entomol. Soc. Am.* Vol. 6 (suppl.) pp. 107.

Peyton, E. L. 1977 Medical entomology studies——X. A revision of the subgenus *Pseudoficalbia* of the genus *Uranotaenia* in Southeast Asia. *Contri. Am. Entomol. Inst.* 14(3): 1—270.

Sneath, P. H. A. & R. R. Sokal 1973 Numerical taxonomy, the principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. pp. 573.

Tanaka, K., K. Mizusawa & E. S. Saugstal 1979 A revision of the adult and larval mosquitoes of Japan (including the Ryukyu Archipelago and the Ogasawara Island) and Korea (Diptera: Culicidae). *Contri. Am. Entomol. Inst.* **16**: 1—987.

Ward, R. A. 1984 Second supplement to "A catalog of the mosquitoes of the world" (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **16**(3): 227—70.

A NUMERICAL PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THE CHINESE *URANOTAENIA* MOSQUITOES (DIPTERA:CULICIDAE)

CHU FENG-YI　QIAN GUO-ZHENG

(Department of Parasitology, Second Military Medical College, Shanghai)

This paper reports a numerical phylogenetic study of 22 mosquito species of the genus *Uranotaenia* Lynch Arribalzaga from China. 69 selected characters of larvae and male and female adult mosquitoes are used for the two analytic methods and the numerical techniques for data examination and phylogeny construction are compared. The results show that the divergence dendrogram by the modified Wagner method (fig. 1) is better than that by the cluster analysis method (fig. 2). The cladistic dendrogram of the Chinese *Uranotaenia* species indicates more clearly the phylogenetic relation and defines the position of the primitive subgenus *Uranotaenia* and the anagenetic subgenus *Pseudoficalbia,* which contains the four series (Bimaculata, Bicolor, Maxima and Recondata) as described by Peyton (1977).

Based upon the world faunal pattern of the *Uranotaenia* species, a series of calculated values of archetype ratio have been compared. It seems reasonable to regard that the Neotropical region with a significantly larger archetype ratio probably is the place of origin of the genus *Uranotaenia.*

Key words *Uranotaenia*——mosquito——numerical phylogenetic analysis